水質汚濁防止法の改正に伴う硝酸性窒素等の暫定排水基準値の見直しへの対応等について

畜産環境指導検討会
平成24年11月16日

財団法人畜産環境整備機構
畜産環境技術研究所　主任研究員　長峰孝文

硝酸性窒素等について

- アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物

  アンモニア性窒素 × 0.4
  亜硝酸性窒素 の合計値（mg/ℓ）
  硝酸性窒素

- 硝酸性窒素等とか、硝酸性窒素類と呼んでいる。まれに硝酸性窒素と記載されていることもある。

硝酸性窒素等の基準引き下げに対応する畜産排水処理技術

- 養豚場等の排水実態について
- 暫定基準強化に向けた対応の考え方
- 施設構造の改善に向けて
- 施設管理の改善に向けて

畜産廃水浄化処理施設の実態調査

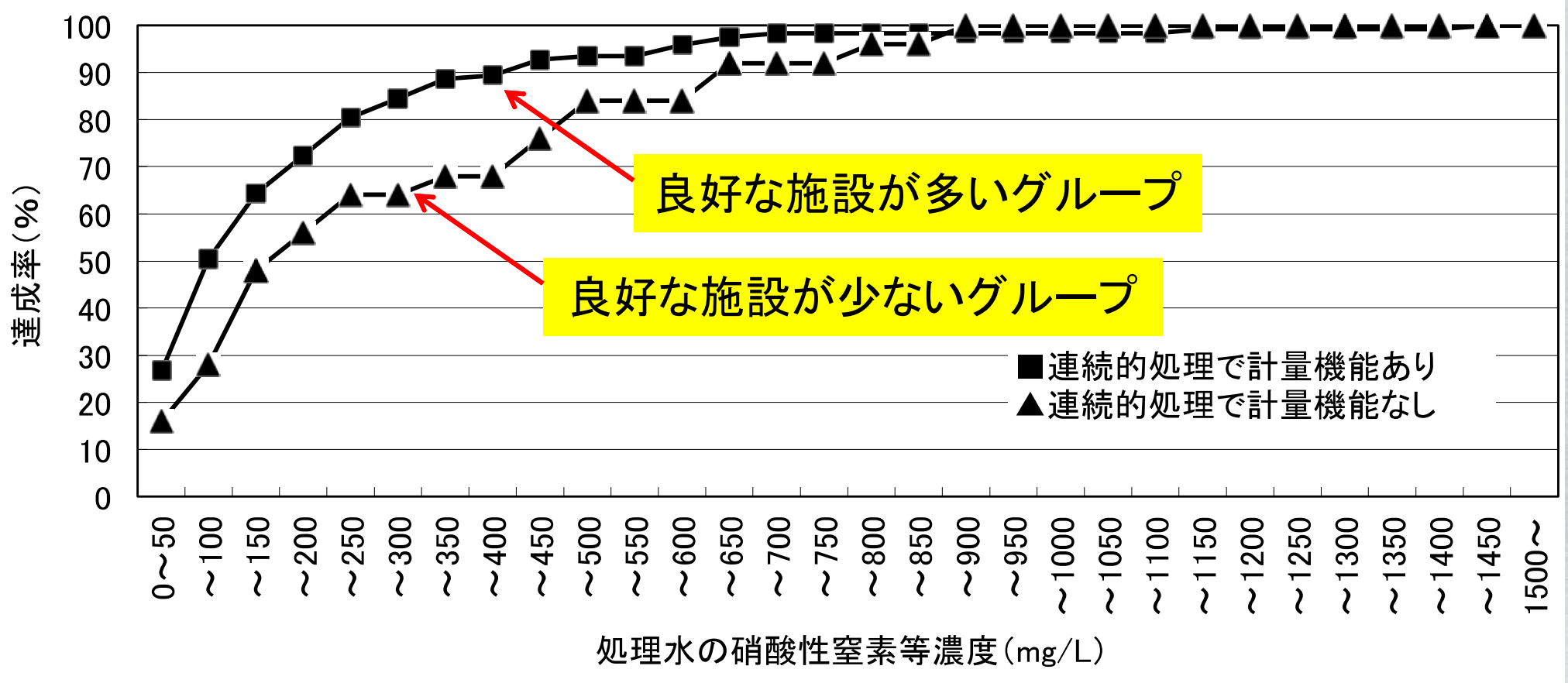
【実態調査】

- 11の道県に調査協力依頼
- 養豚89件、酪農11件を調査
- 冬期：平成21年1月27日～3月31日
- 春季：平成21年5月12日～6月18日
- 夏季：平成21年8月4日～9月16日

↓

- 施設の構造や管理状況と処理水質の関係を解析

解析の例（連続式で計量機構の有無）



一部5%の有意差が見られたが、多くは傾向が見られた程度の結果

硝酸性窒素等濃度に影響する傾向を示した要因（施設構造に関するもの）

項目	良好な施設が多い	良好な施設が少ない
季節	春、夏	冬
畜舎構造	ふん尿混合	ふん尿分離
BOD/N比	2以上	2未満
一次処理		スクリーン分離すらない 最初沈殿槽（汚泥管理不十分？）
二次処理タイプ	嫌気好気法 神奈川式 複合ラグーン 回分式	膜分離式（高負荷設定？） 連続式
二次処理の不適切な構造		連続的処理で流量調整機能がない 最終沈殿槽に越流堰や汚泥返送がない BOD容積負荷が0.6kg/m^3・日以上 N容積負荷が0.6kg/m^3・日以上

→適正な施設であることが重要

硝酸性窒素等濃度に影響する傾向を示した要因（施設管理に関するもの）

項目	良好な施設が多い	良好な施設が少ない
管理委託	有償で委託	農家のみで管理 設置業者が無料で管理
農家が1日にかける管理時間	30分以上60分未満	30分未満 60分以上
管理日誌	あり	なし
自動計測センサー	あり	なし
消毒槽の殺菌剤	入っていることあり	3回ともなし
ディフューザーの更新	あり	なし
場内の整頓状況	整理整頓されている	散らかっている
処理水質	BODが80mg/L未満 SSが10mg/L以上20mg/L未満 透視度4cm以上	BODが80mg/L以上 SSが200mg/L以上 透視度3cm以下

→適切な管理であることが重要

硝酸性窒素等の基準引き下げに対応する畜産排水処理技術

- 養豚場等の排水実態について
- 暫定基準強化に向けた対応の考え方
- 施設構造の改善に向けて
- 施設管理の改善に向けて

施設の状態の判断

- 硝酸性窒素等の濃度は見た目では分からない。

硝酸性窒素等：53mg/ℓ

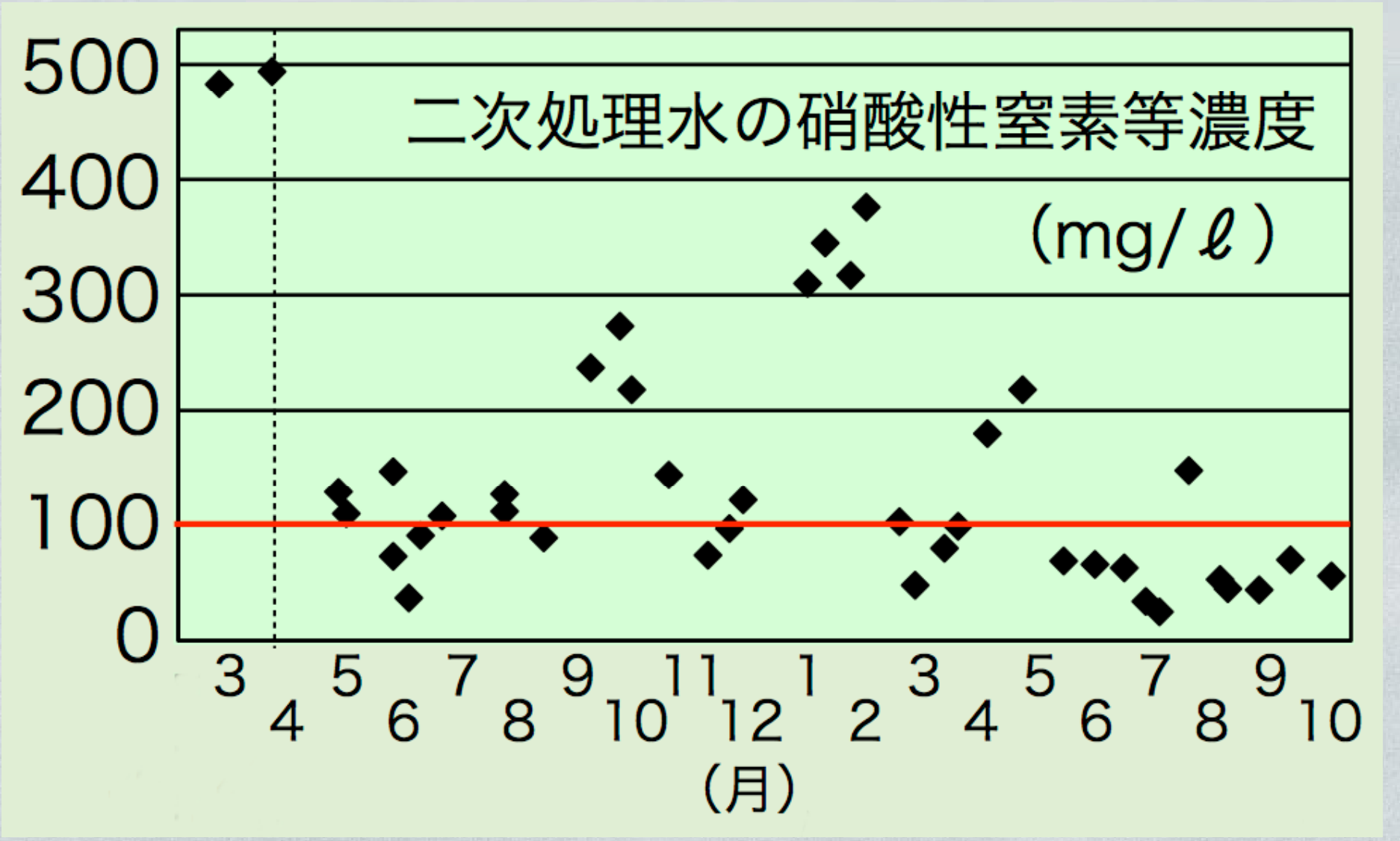
硝酸性窒素：0mg/ℓ
亜硝酸性窒素：1mg/ℓ
アンモニア性窒素：130mg/ℓ

硝酸性窒素等：627mg/ℓ

硝酸性窒素：610mg/ℓ
亜硝酸性窒素：0mg/ℓ
アンモニア性窒素：42mg/ℓ

施設の状態の判断

- 硝酸性窒素等の濃度は変動しやすい。



施設の状態の判断

- まずは放流水の硝酸性窒素等の測定をする。

- 水質記録の保管義務により、少なくとも年１回は分析しなくてはならないが、施設の状態を把握するには、もっと高い頻度の測定が必要。

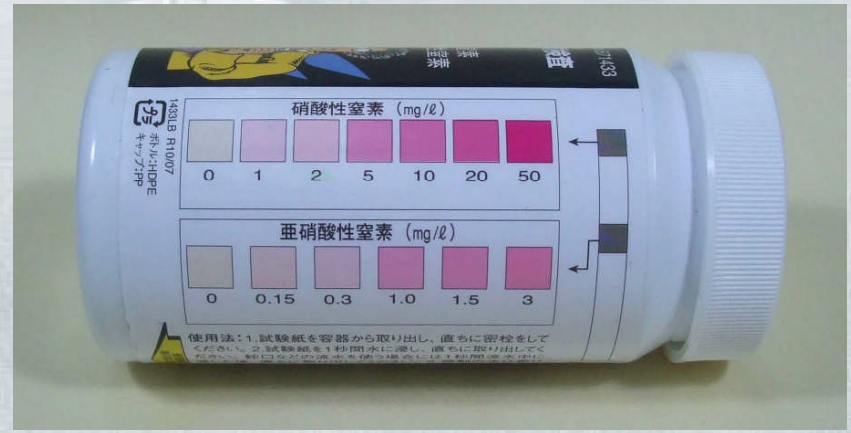
無機窒素の簡易測定

シーメンスヘルスケア・ダイアグノスティクス（株）

・アクアチェックN
（硝酸、亜硝酸性N）
3,200円/50分析
（64円/分析）

・アクアチェックA
（アンモニア性N）
2,750円/50分析
（55円/分析）

無機窒素の簡易測定の方法



希釈が必要（10～500mg/Lの場合）

NO_3-N：10倍

NO_2-N：200倍

NH_4-N：50倍

一括して希釈するならば50倍

NO_3-N：50～2,500mg/L

NO_2-N：7.5～150mg/L

NH_4-N：12.5～500mg/L

無機窒素の簡易測定

パックテスト

・硝酸＋亜硝酸性窒素：20～1000mg/L

・亜硝酸性窒素：5～200mg/L

・アンモニア性窒素：0.5～20mg/L

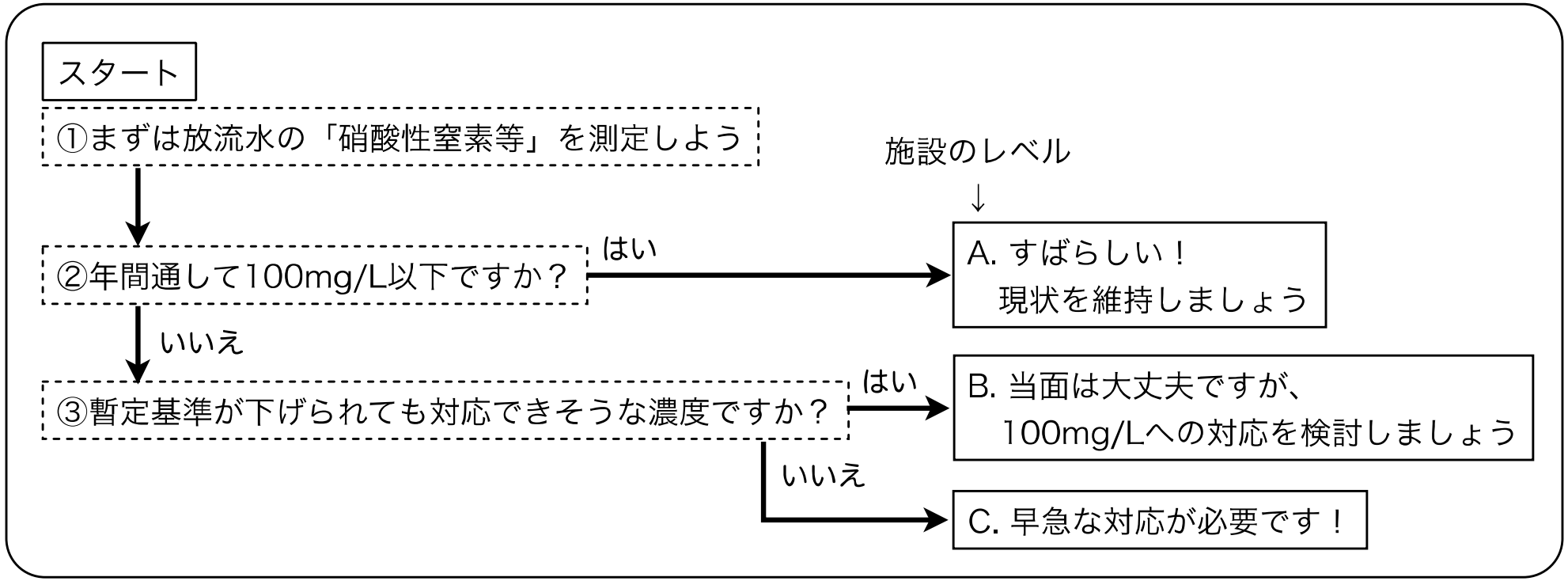
アンモニアは希釈が必要

着色や濁りの影響を受ける

いずれも50回分で4,200円

（4,200÷50×3＝252円）

施設の状態の判断



※暫定基準の引き下げは、どの程度かは不明だが、急激な引き下げはないと思われる。現状の半分以下であれば、次の見直しまでは対応可能として判断する。

施設レベルごとの対応

- レベルA（年間通じて100mg/L）
  - 現状を維持する。放流水の水質測定を行う。
- レベルB（暫定基準の引き下げに対応可）
  - 安価な手段による100mg/L以下の実現を検討する。
  - お金をかけるなら、現状より少し下げる対応より、100mg/L以下を目標にする。
- レベルC（暫定基準の引き下げに対応不可）
  - 早急な対応が必要。
  - 一気に100mg/L以下を実現できない場合は、必ず安価な手段で対応する。（何度も高価な改善をしない）

硝酸性窒素等を低減する手段

a. 比較的安価に実行でき、ある程度の効果が望める手段
- a1. 汚水浄化処理施設の管理を適切にする
- a2. 尿汚水の一部を別途処理する
- a3. ふん尿混合汚水の場合、ふん尿分離にする
- a4. 低タンパク質飼料に切り替える

b. 施設や設備に投資して100mg/L以下を目指す手段
- b1. ばっ気槽に余裕があるなら簡易改修で窒素対応型にする
- b2. 嫌気槽を追加して窒素対応型にする
- b3. 高度処理施設を追加する
- b4. 汚水浄化処理施設を窒素対応型に更新する

c. 排出規制にかからなくする手段
- c1. 下水道に放流する
- c2. 全面的に発酵床豚舎に切り替える
- c3. ふん尿全てを堆肥化する

硝酸性窒素等の基準引き下げに対応する畜産排水処理技術

- 養豚場等の排水実態について
- 暫定基準強化に向けた対応の考え方
- 施設構造の改善に向けて
- 施設管理の改善に向けて

畜舎汚水浄化処理施設の特徴

- ほとんどの施設がBODをベースに設計されている
  - ◆畜舎汚水のBODやSSはある程度推定可能
    BODやSSは多少過剰評価しても施設設計可能
  - ◆畜舎汚水の窒素は推定困難
    窒素とBODがある程度明確でないと施設設計できない
  - ◆窒素を対象とした施設管理は難しい
    処理水の濃度を日常的に把握するのが難しい

↓

通常の汚水浄化処理施設よりも大きな施設になっている場合がある。比較的安価に窒素対応型にできないか？

簡易改修のパターン

	改修前		改修後
①	連続式活性汚泥法 （二段ばっ気式や膜分離式の施設も含む）	→	嫌気好気法
②		→	間欠ばっ気連続式活性汚泥法
③		→	嫌気かく拌付き回分式活性汚泥法
④	回分式活性汚泥法	→	
⑤	ふん尿混合汚水で一次処理がスクリーン分離処理のみの施設	→	一次処理に凝集分離設備の追加

簡易改修実証試験では、①、②、③、⑤のパターンを試験した。

簡易改修試験の概要

農場名	A養豚	B養豚	C養豚	D養豚
経営規模	母豚120頭	母豚150頭	母豚120頭	母豚330頭
経営方式	一貫経営	一貫経営	一貫経営	一貫経営
ばっ気槽容積	97m^3	240 m^3	73 m^3	310 m^3
改修前の処理方式	凝集分離 ＋ 連続式活性汚泥法	最初沈殿分離 ＋ 連続式活性汚泥法	連続式活性汚泥法 液肥利用 （放流検討中）	凝集分離 ＋ 二段ばっ気連続式活性汚泥法
汚水源	肥育豚舎以外の豚舎の ふん尿分離汚水	すべての豚舎のふん尿分離汚水	すべての豚舎のふん尿分離汚水	すべての豚舎のふん尿分離汚水
汚水量[1)]	8 m^3/日	26 m^3/日	17 m^3/日	50 m^3/日
改修前のBOD容積負荷[2)]	0.22 kg/m^3・日	0.25 kg/m^3・日	0.68 kg/m^3・日	0.27 kg/m^3・日
改修前のT-N容積負荷[3)]	0.10 kg/m^3・日	0.09 kg/m^3・日	0.57 kg/m^3・日	0.10 kg/m^3・日
改修方法	・ばっ気槽を回分運転に変更 ・ばっ気停止中のかく拌装置設置 ・初沈上澄水をばっ気槽に投入してBOD/N比改善	・ばっ気槽を嫌気・好気ゾーンに区分 ・膜分離導入で汚泥濃度を上げる ・ORP計の設置	・汚水の凝集分離処理設備の導入 ・ブロワーのインバータ制御 ・汚水希釈	・第２ばっ気槽を間欠運転 ・凝集分離前汚水の一部を第２ばっ気槽に投入
改修費用	2,500千円	4,600千円	8,100千円	3,500千円
現地工事期間	3日間	10日間	18日間(基礎工事7日間を含む)	7日間
施設停止期間	半日	半日が２回	2日間	半日

1) 汚水源の頭数から推定される汚水量。

2) 汚水源の頭数から推定されるBOD量をもとに算出。

3) 汚水の全窒素濃度の実測値と、汚水源の頭数から推定される汚水量をもとに算出。

簡易改修試験のまとめ

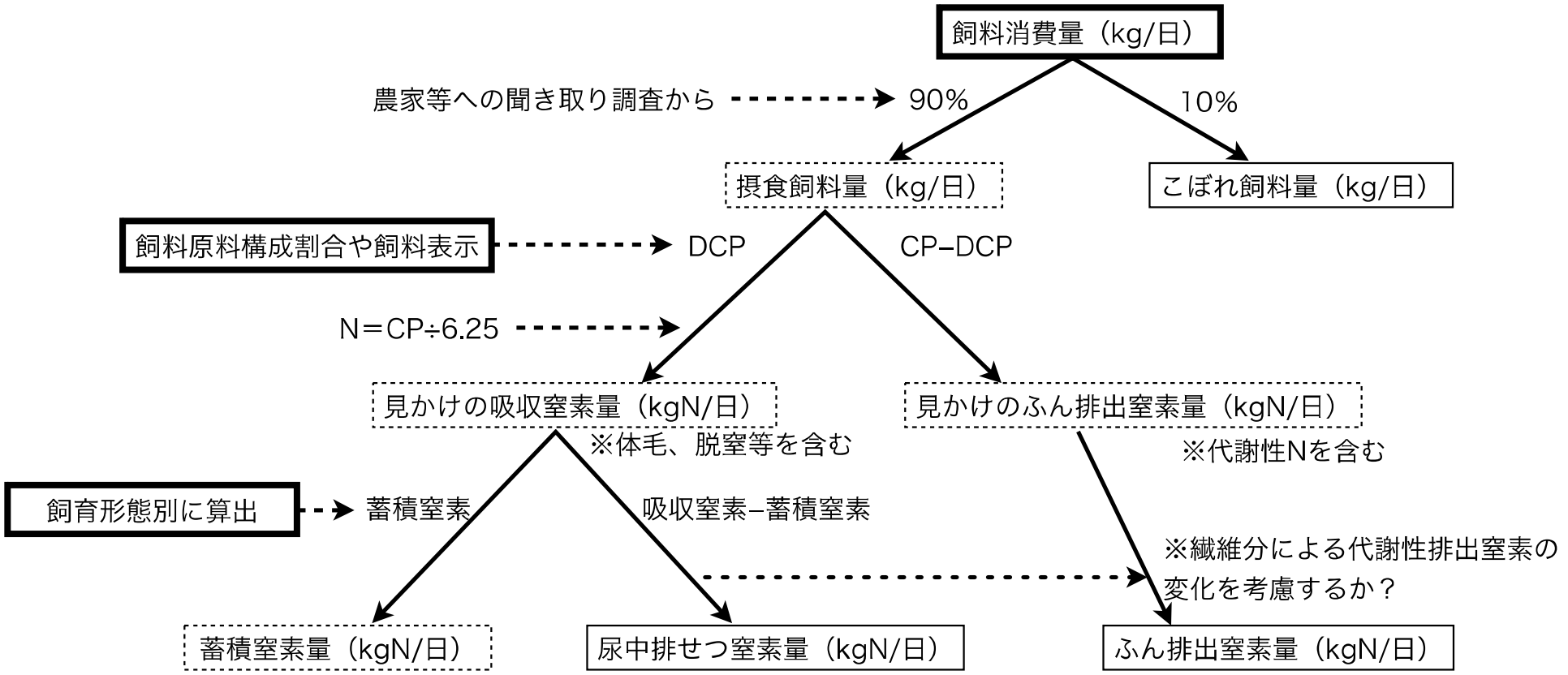
- 2件は良好な、2件は不良な結果であった
- 良好だった施設では、ばっ気槽の余裕があれば、安価に窒素対応型の施設に改修できることを示せた
- 不良だった施設では、汚水の量や質、配管や設備、近年の稼働状況など、施設の現状を正確に把握して改修すること、改修後の運転管理指導の重要性が示された

【残された課題】

- 施設改修は難しい→適切な設計ができる人員が必要
- 汚水の窒素排出量の推定
- 既存の施設が窒素に対応しているかの判断

汚水の窒素排出量の推定

☙飼料の成分や摂取量から算出



※摂取飼料から排泄までの部分は築城・原田（1997）の算出方法

既存の施設が対応しているかの判断

豚舎汚水浄化処理施設 窒素除去評価マニュアル
（冊子とソフトウエアのセットで3,000冊配布予定）

- 窒素排出量推定
  ↓
- 貯留期間、一次処理の影響を推定
  ↓
- 二次処理、三次処理の構造要件算出
  ↓
- 適・不適を判定
  ↓
- 適している場合は、適切な管理を行えばクリアできる
- 不適な場合は、シミュレーションで改善方法を検討

硝酸性窒素等の基準引き下げに対応する畜産排水処理技術

- 養豚場等の排水実態について
- 暫定基準強化に向けた対応の考え方
- 施設構造の改善に向けて
- 施設管理の改善に向けて

畜舎汚水浄化処理施設の特徴

- ほとんどの施設がBODをベースに設計されている
  - ◆畜舎汚水のBODやSSはある程度推定可能
    BODやSSは多少過剰評価しても施設設計可能
  - ◆畜舎汚水の窒素は推定困難
    窒素とBODがある程度明確でないと施設設計できない
  - ◆窒素を対象とした施設管理は難しい
    処理水の濃度を日常的に把握するのが難しい
- 経験的にまたは結果的に窒素が取れている施設が多い
  - ◆曝気槽が大きめになっている
    経験則的に大きめになっている
    高濃度なので滞留期間が長い
  - ◆回分式や間欠ばっ気が多い（脱窒機能がある）
    管理が容易である

施設管理改善

- BODをベースに設計した施設でも、適正な構造で正常に稼働していれば、窒素も低減される

↓

- 処理水のBODやSSは目測が可能
- 施設管理の基本は、観察と記録、適切な判断

↓

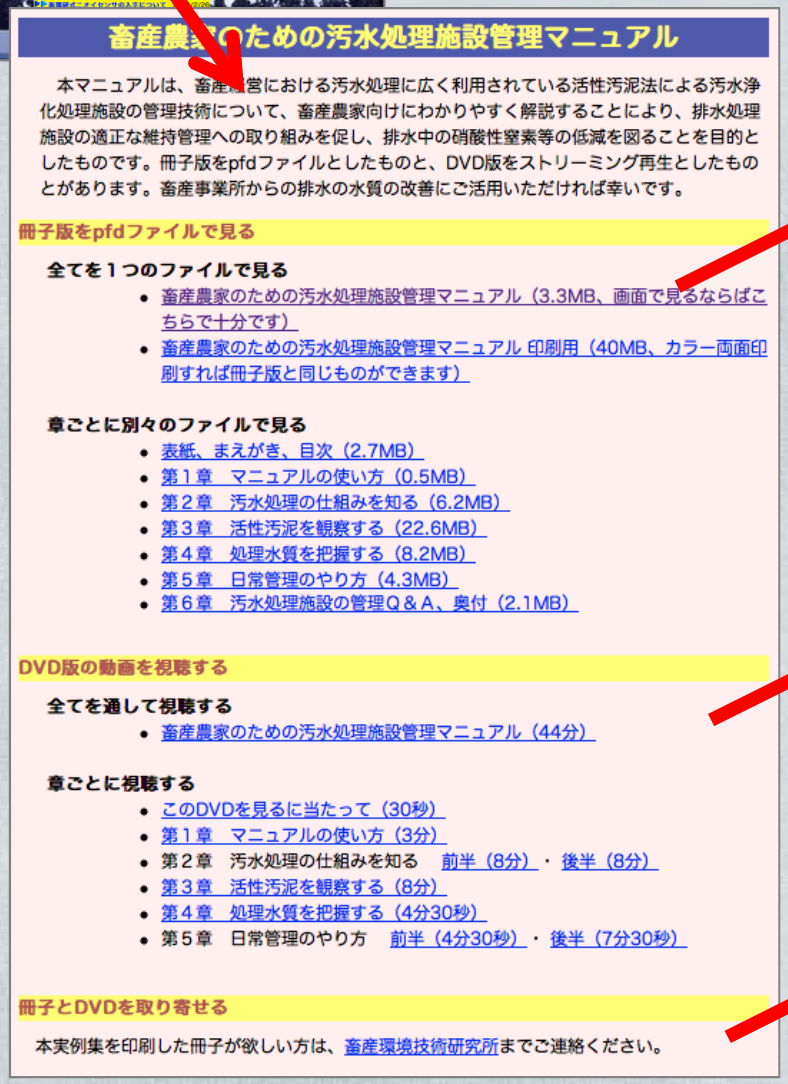
- 窒素対応でなくても処理施設の基本を徹底すれば、処理水質の改善が見込める

畜産農家のための汚水処理施設管理マニュアル

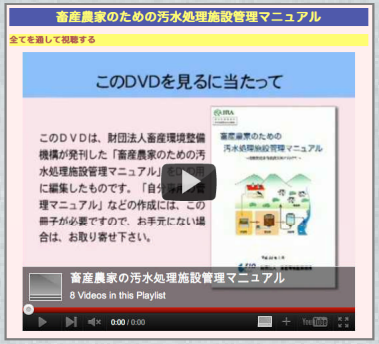
- 冊子とDVDのセット
- 基本的な管理を始めるための手引書
- 農家が容易に理解できる内容
- 研修会や要望により1,200セットほど配布

インターネットでの普及

http://www.chikusan-kankyo.jp/



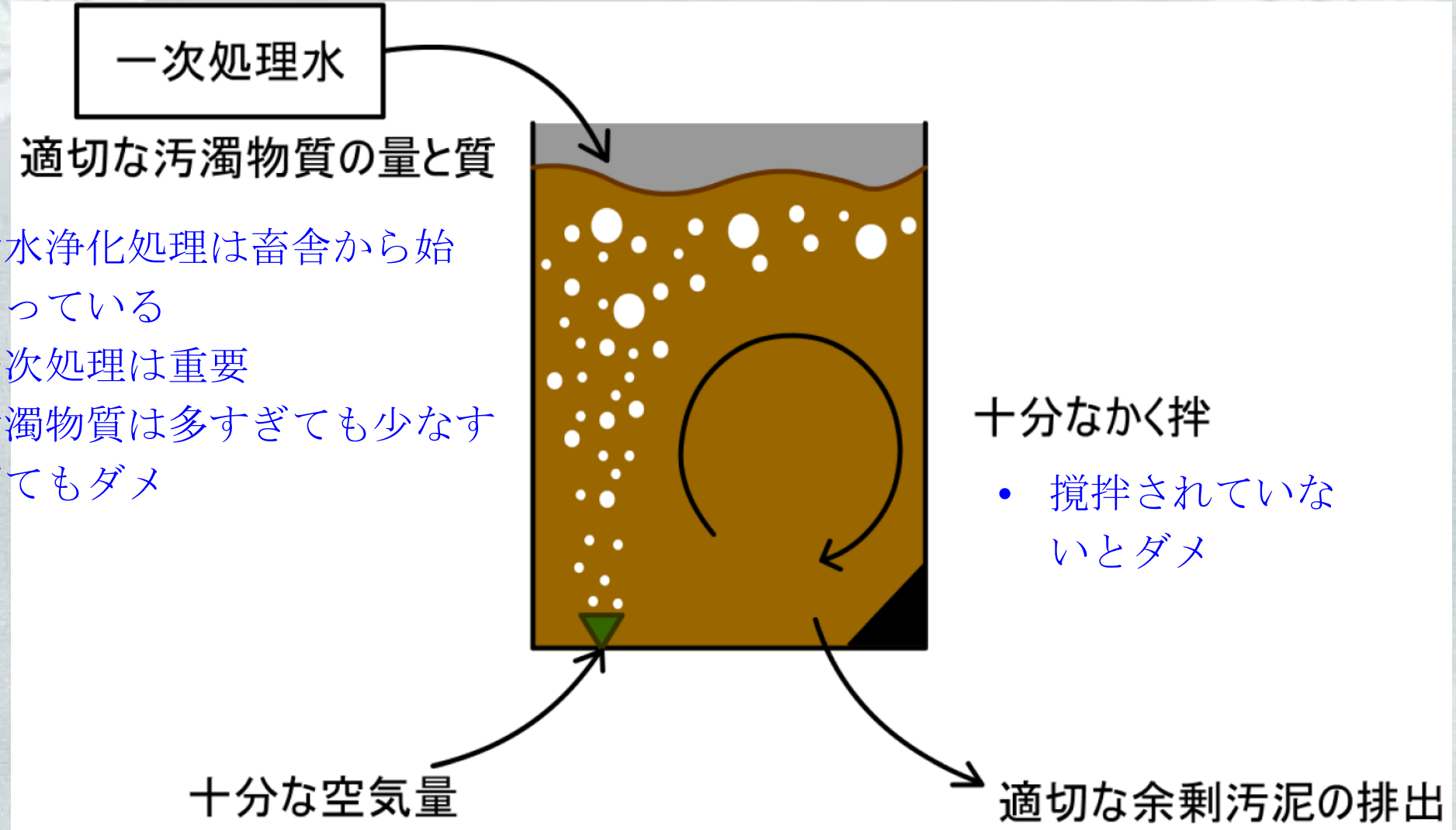
冊子版のPDFファイルの閲覧・ダウンロード



DVD版のストリーミング再生

冊子やDVDの取り寄せ

汚水浄化処理施設の大切な要点



- 汚水浄化処理は畜舎から始まっている
- 一次処理は重要
- 汚濁物質は多すぎても少なすぎてもダメ

- 撹拌されていないとダメ

- 酸素が少ないとダメ

- 汚泥は多すぎても少なすぎてもダメ

汚水浄化処理施設の観察

- 畜舎のふん尿処理施設
  - 固液分離状態、洗浄水の量、こぼれ水
- 汚水浄化処理施設の一次処理設備
  - 稼働状態、故障箇所
- ばっ気槽
  - 水面の泡や流速、SV30、水温、pH
- 沈殿槽
  - 浮遊物
- 処理水
  - 透視度

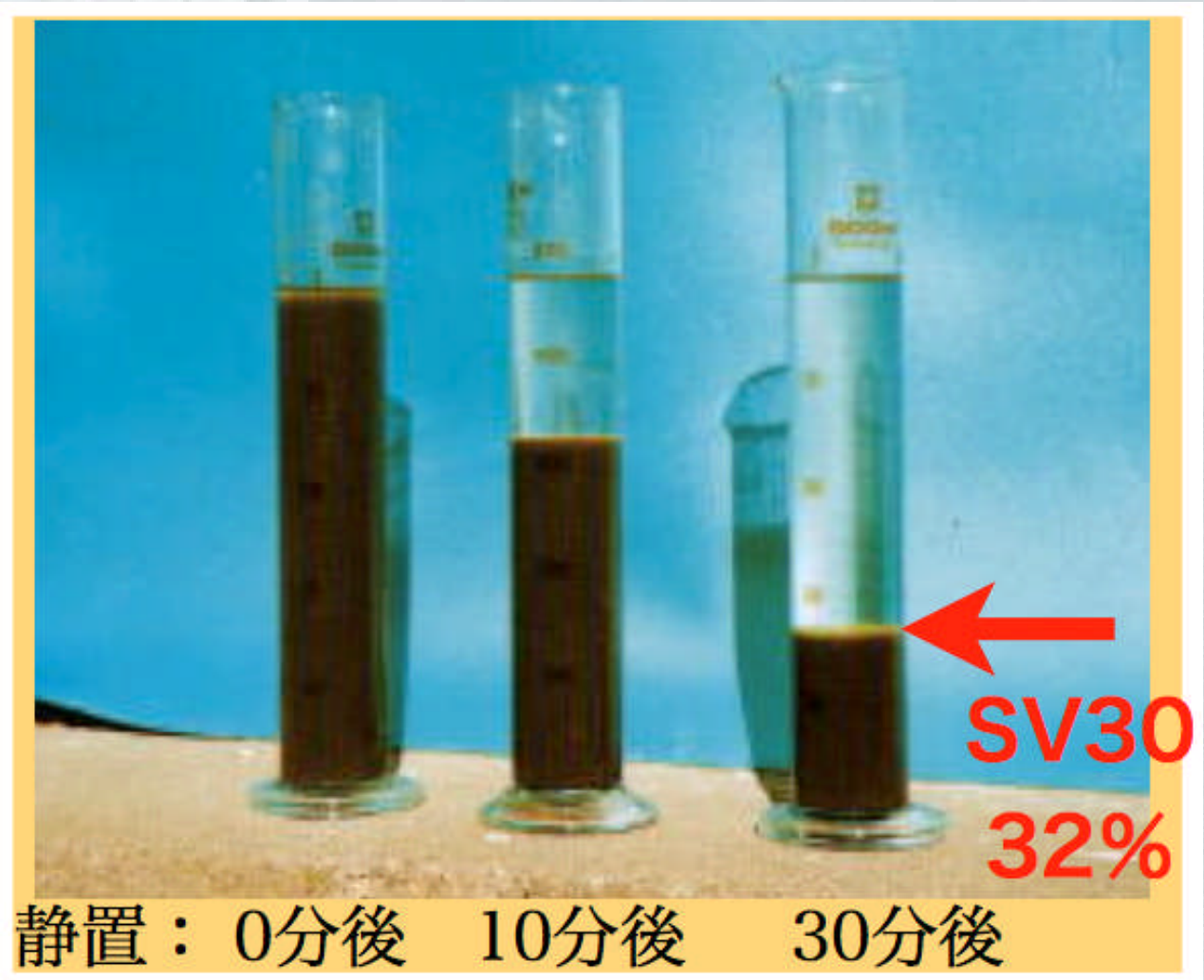
汚水浄化処理施設の観察　ばっ気槽

良好

過負荷

汚泥過剰

汚水浄化処理施設の観察　SV30



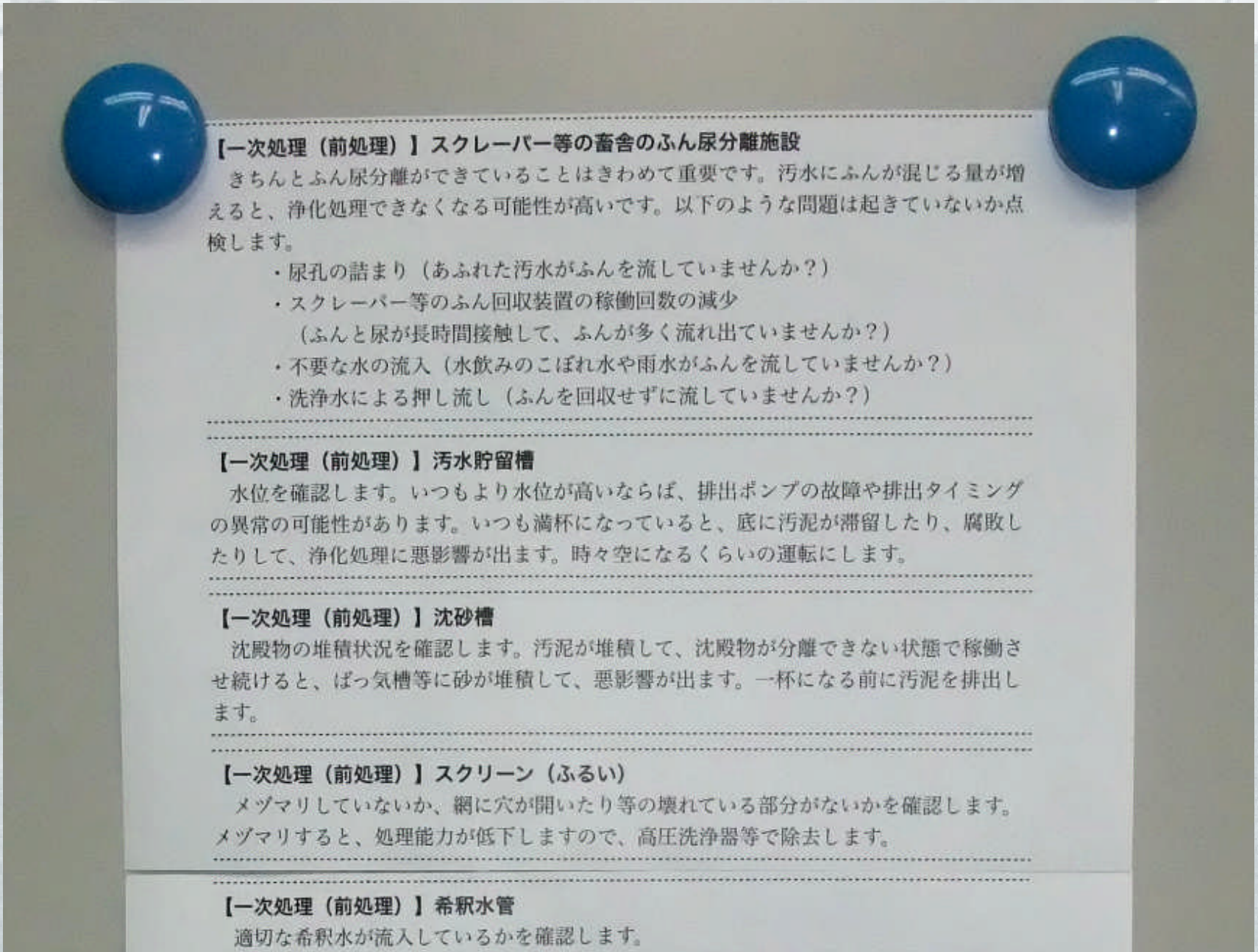
汚泥量の指標
汚泥の状態を把握

糸状菌が発生

汚水浄化処理施設の管理を始める

- どのような処理をしているのか把握する
- 自分専用の管理マニュアルを作る
  - 管理マニュアルから切り出してつなげる
- 管理日誌を作る
- 管理手順書と連絡先表を作る
  - 日常管理の作業手順
  - 故障やトラブルの時の連絡先

汚水浄化処理施設の管理を始める
専用マニュアルを作る



【一次処理（前処理）】スクレーパー等の畜舎のふん尿分離施設

きちんとふん尿分離ができていることはきわめて重要です。汚水にふんが混じる量が増えると、浄化処理できなくなる可能性が高いです。以下のような問題は起きていないか点検します。

- 尿孔の詰まり（あふれた汚水がふんを流していませんか？）
- スクレーパー等のふん回収装置の稼働回数の減少
  （ふんと尿が長時間接触して、ふんが多く流れ出ていませんか？）
- 不要な水の流入（水飲みのこぼれ水や雨水がふんを流していませんか？）
- 洗浄水による押し流し（ふんを回収せずに流していませんか？）

【一次処理（前処理）】汚水貯留槽

水位を確認します。いつもより水位が高いならば、排出ポンプの故障や排出タイミングの異常の可能性があります。いつも満杯になっていると、底に汚泥が滞留したり、腐敗したりして、浄化処理に悪影響が出ます。時々空になるくらいの運転にします。

【一次処理（前処理）】沈砂槽

沈殿物の堆積状況を確認します。汚泥が堆積して、沈殿物が分離できない状態で稼働させ続けると、ばっ気槽等に砂が堆積して、悪影響が出ます。一杯になる前に汚泥を排出します。

【一次処理（前処理）】スクリーン（ふるい）

メヅマリしていないか、網に穴が開いたり等の壊れている部分がないかを確認します。メヅマリすると、処理能力が低下しますので、高圧洗浄器等で除去します。

【一次処理（前処理）】希釈水管

適切な希釈水が流入しているかを確認します。

100mg/Lを維持する施設管理を目指して

- 施設管理の基本は、観察と記録、適切な判断
- 硝酸性窒素等は測定しなければ分からない

↓

- 硝酸性窒素等を簡易、迅速、安価に測定する手段の開発
- 測定結果に基づいた管理マニュアルの作成

簡易測定キットの開発

アクアチェックをベースに開発

現在、100件の養豚農家にて試用試験中

- 現場で4分ほどで測定できる
- 硝酸、亜硝酸、アンモニア、pHが測定できる
- 2つの値の足し算だけで硝酸性窒素等が算出できる
- 1回の分析あたり180円程度になる予定
- 2013年中に発売予定

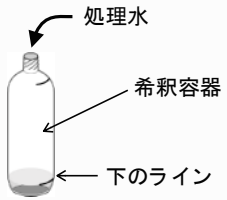
簡易測定キットの測定手順

● 測 定 の 手 順

(1)処理水を塩素消毒の前の位置から採ります。

浄化処理
(活性汚泥処理など)
↓ ←ここで採水する
塩素消毒
↓
放流

(2)処理水を希釈容器の下のラインまで入れます。

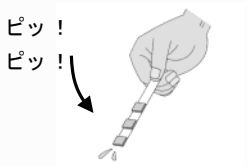


(3)希釈水を上のラインまで入れます。

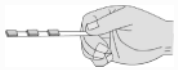
(4)希釈容器のフタをし、10回ほど上下反転して撹拌します。

(5)硝酸,亜硝酸,pH試験紙を3つの試薬部分が浸るように1秒間入れます。

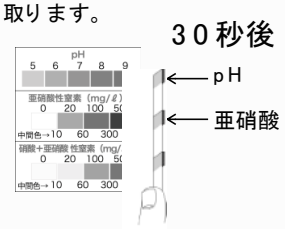
(6)余分な水滴を振り落とします。



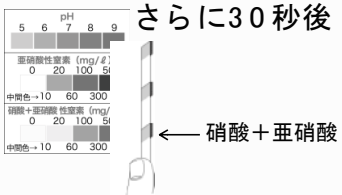
(7)水平に保ちます。



(8)液から出して30秒後にpHと亜硝酸の色を比較して値を読み取ります。

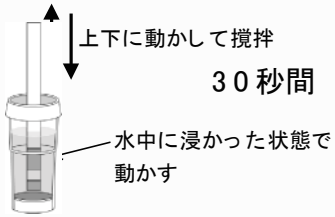


(9)さらに30秒後(液から出して60秒後) に硝酸＋亜硝酸の色を比較して値を読み取ります。



(10)アンモニア測定容器のラインまで入れます。

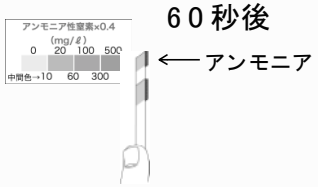
(11)アンモニア試験紙を2つの試薬部分まで浸しながら30秒間撹拌します。



(12)余分な水滴を振り落とします。
(6)と同じ

(13)水平に保ちます。
(7)と同じ

(14)液から出して60秒後にアンモニアの色を比較して値を読み取ります。



- 分かりやすい取扱説明書
- 測定方法についてのDVDを製作中

測定結果に基づいた管理マニュアル

- 畜産農家向け、指導者向けの2種類
- 畜産農家向けには簡易キット使用法のDVDを添付
- 畜産農家向けは、養豚農家に2,500冊配布予定
- 指導者には、この2種類をセットで500冊配布予定

最後に・・・

- 畜産環境に関係する冊子やDVDを配布しています
- 畜環研HPにて、畜産環境に関する情報を発信しています

http://www.chikusan-kankyo.jp/

  - 効率的処理技術事例紹介
  - 畜産農家のための汚水処理サポートシステム
  - 畜産農家のための堆肥生産サポートシステム
  - 畜産環境技術情報データベース
  - 畜産環境対策に関わる新技術・新製品情報
  - PDFファイルや動画

- 堆肥と土壌の分析を受託しています